

Механическая энергия отбирается от центрального вала 18, например, присоединенным к нему электрическим генератором (не показано на рисунке).

Углы атаки лопастей подбираются под конкретные параметры потока, а для этого необходимо заменять ограничительные кольца 15 или 16, что снижает надежность устройства.

Поэтому в зависимости от скорости и мощности потока регулирование выходных параметров гидродвигателя проще осуществлять переустановкой фиксатора 17 положения лопасти. На рисунке изображен вариант фиксатора 17 в виде винта (шпильки), закрепленного на конце лопастей 1 ... 12.

Установка подобным образом фиксаторов упрощает установку угла атаки лопастей, т.к. не требуется изменять или устанавливать ограничительные кольца с другими диаметрами.

Предлагаемый гидродвигатель прост по конструкции, имеет минимальное число деталей, отсутствуют узлы, имеющие малую надежность (пружины, тяги, рычаги, натяжители и т. п.), поэтому отличается повышенной надежностью и может быть рекомендован для установки на дне глубоких течений (морских или речных) без технического обслуживания в течение длительного времени.

Список использованных источников

1. Ротор ветродвигателя «Хвост дельфина»: А. с. 1650948 СССР / Бордачев Н. С. Оpubл. 23.05.1991, Бюл. № 19.
2. Ротор «Хвост дельфина»: пат. на полезную модель 34653 РФ / Попов А. И., Попов М. А., Попов Д. А. Оpubл. 10.12.2003
3. Ветрогидродвигатель: пат. на полезную модель 55884 РФ / Попов А. И., Архипов А. И., Каширин А. В. Оpubл. 27.08.2006
4. Роторный ветрогидродвигатель: пат. на полезную модель 2464443 РФ / Попов А. И., Щеклеин С. Е. Оpubл. 20.10.2012.

УДК 620.14

Муратова Т. В., Габитов Р. Н., Колибаба О. Б.
Ивановский государственный энергетический университет
tevp@tvp.ispu.ru

МОДЕЛЬ СЛОЯ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ

Аннотация. В работе предложена математическая модель слоя ТБО, расположенного в зоне сушки реактора шахтного типа. Слой ТБО рассматривается как условное изотропное квазиоднородное пористое тело с эффективными теплофизическими свойствами. Модель позволяет рассчитать температурное поле слоя в процессе сушки. Полученные решения используются в тепловых расчетах реакторов для термической переработки многокомпонентных органических отходов.

Твердые бытовые отходы (ТБО), подвергаемые переработке в термическом реакторе, представляют собой двухфазную систему “газ - твердое тело” и являются, по существу, пористой структурой с порозностью, лежащей в диапазоне 0,4–0,7. Осуществление термических процессов характеризуется переносом теплоты и массы вещества как в пределах каждой из фаз, так и превращениями (фазовыми и химическими) на границе раздела. Моделирование процессов нагрева и термического разложения невозможно без постановки и решения краевых задач нестационарного переноса теплоты и массы вещества.

Предполагается заменить реальную пористую структуру ее моделью – условным квазиоднородным изотропным пористым телом с усредненными величинами порозности, температуры, давления и т. д. Такому условному пористому телу приписывают непрерывное температурное поле и условные эффективные теплофизические коэффициенты: эффективный коэффициент удельной теплоемкости, и эффективный коэффициент теплопроводности. Полагают, что температура газа в порах и материале мало отличаются друг от друга и в расчетах ее принимают одинаковой.

Температурное поле слоя ТБО описывается дифференциальным уравнением теплопроводности с эффективными теплофизическими свойствами при граничных условиях II рода. Начальная температура слоя ТБО равна температуре окружающей среды.

В качестве модели твердого «скелета» принята модель многокомпонентной смеси с вкраплениями [1].

Расчетная формула коэффициента теплопроводности «скелета» для трехкомпонентной смеси:

$$\lambda_{\text{ск}} = \lambda_1 \cdot \left\{ \frac{m_2}{1-m_1} \cdot \left[1 - \frac{1-m_1}{\frac{1}{1-\nu_{12}} - \frac{m_1}{3}} \right] + \frac{m_3}{1-m_1} \cdot \left[1 - \frac{1-m_1}{\frac{1}{1-\nu_{13}} - \frac{m_1}{3}} \right] \right\} \quad (1)$$

где m_1, m_2, m_3 – массовая доля компонентов ТБО

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ – коэффициент теплопроводности компонентов ТБО, Вт/(м·°C);

При увеличении числа компонентов в смеси расчеты усложняются и становятся малопригодными для практических целей, поэтому выбрали три компонента с наибольшим процентным содержанием – бумага, пищевые отходы (картофель) и текстиль.

Эффективный коэффициент теплопроводности $\lambda_{\text{эф}}$ рассчитывается по формуле Л. А. Бровкина [2].:

$$\lambda_{\text{эф}} = \lambda_{\text{ск}} \cdot [k_1 \cdot k_1 \cdot (1 - f) + \Lambda \cdot f], \quad (2)$$

где f – порозность

k_1 – поправочный коэффициент (дает поправку на удлинение траектории тепловых потоков при обтекании пор, принимаем $k_1=2/3$) [1];

k_2 – поправочный коэффициент (дает поправку на разрывы скелета в местах контакта отдельных тел, что увеличивает тепловое сопротивление и соответственно снижает его теплопроводность (так как зазор в месте контакта очень мал, принимаем $k_2=1$) [1];

Λ – относительная эквивалентная теплопроводность контакта.

$$\Lambda = \frac{\lambda_r + \alpha \cdot S}{\lambda_{\text{ск}}} \quad (3)$$

где α – коэффициент теплоотдачи в поре (по экспериментальным данным),
Вт/(м² · °С) ;

S – определяющий размер поры, ($S=0,01$ м) ;

λ_r – коэффициент теплопроводности газа в поре, Вт/(м·°С).

Коэффициент теплоотдачи рассчитывается по формуле:

$$\alpha = \alpha_{\text{конв}} + \alpha_{\text{луч}} \quad (4)$$

$\alpha_{\text{луч}}$ принимается как 10 % от $\alpha_{\text{конв}}$.

Коэффициент теплоотдачи был определен с учетом влияния массообмена на теплообмен по формуле [3]:

$$Nu = 1,24 \left(\frac{d}{H} \right)^{0.3} Re^{0.33} E^{0.084}, \quad (3)$$

Математическая модель теплообмена в процессе сушки слоя ТБО реализована в программном комплексе ANSYS [4] и адаптирована на условия лабораторного эксперимента. Оценена погрешность расчетных и экспериментальных температур слоя ТБО, которая не превышает 5 %.

Выводы:

1. Определены эффективные свойства слоя ТБО при различных влажностях, порозностях и температурах.

2. Разработана математическая модель теплообмена в слое ТБО в процессе его сушки, которая реализована в программном комплексе ANSYS.

3. Модель позволяет исследовать температурные поля слоя ТБО в зоне сушки реактора шахтного типа.

Список использованных источников

1. Дульнев Г. Н., Заричняк Ю. П. Теплопроводность смесей и композиционных материалов. Л. : Энергия, 1974. 264 с.
2. Бровкин Л.А. Температурные поля тело при нагреве и плавлении в промышленных печах. Иваново : ИЭИ, 1973. 364 с.
3. Колибаба О. Б., Сокольский А. И., Габитов Р. Н. Исследование сушки слоя бытовых отходов в процессе термической переработки // Вестник ЧГУ. 2006. № 3. С. 21-25
4. Бруйка В. А., Фокин В. Г., Кураева Я. В. Инженерный анализ в ANSYS Workbench: учеб. пособие. Самар а: Самар. гос. техн. ун-т, 2013. 149 с.
5. Басов К. А. Графический интерфейс комплекса ANSYS. М. : ДМК Пресс, 2006. 248 с.

УДК 62-529

Немков Д. А., Матвеев А. В., Немихин Ю. Е.
Уральский федеральный университет
a.v.matveev@urfu.ru, xeqlol@gmail.com

ПРОТОТИП СОЛНЕЧНОГО ТРЕКЕРА

Аннотация. В работе обоснована целесообразность применения солнечных трекеров. Описаны прототип солнечного трекера – программная и механическая части, система измерений и мониторинга.